

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-033866

(43)Date of publication of application : 09.02.1993

(51)Int.Cl.

F16J 9/26

F02F 5/00

F16J 9/06

(21)Application number : 03-210017

(71)Applicant : TEIKOKU PISTON RING CO LTD

(22)Date of filing : 26.07.1991

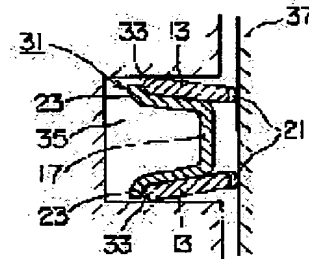
(72)Inventor : ISHIDA MASAO

## (54) COMBINED OIL RING

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide a combined oil ring of three-pieces type wherein any wearing amount in a side rail periphery, oil ring groove internal wall and a contact part of a spacer expander with a side rail can be reduced.

**CONSTITUTION:** A nitriding layer 21 by ion nitriding is formed in only peripheral surfaces of upper/lower side rails 13, 15 to prevent wearing of a side rail periphery and further of an oil ring groove internal wall. A nitriding layer 33 is formed in a part at least brought into contact with internal peripheries of the side rails 13, 15 in a spacer expander 17, arranged therebetween, to prevent wearing of the spacer expander 17 and failing of tension.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 04.03.1993

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 18.06.1996

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-33866

(43)公開日 平成5年(1993)2月9日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 1 6 J 9/26		C 7366-3 J		
F 0 2 F 5/00	3 0 1	F 6502-3 G		
F 1 6 J 9/06		B 7366-3 J		

審査請求 未請求 請求項の数2(全 9 頁)

(21)出願番号 特願平3-210017

(22)出願日 平成3年(1991)7月26日

(71)出願人 000215785

帝国ビストンリング株式会社

東京都中央区八重洲1丁目9番9号

(72)発明者 石田 政男

東京都中央区八重洲1-9-9 帝国ビストンリング株式会社内

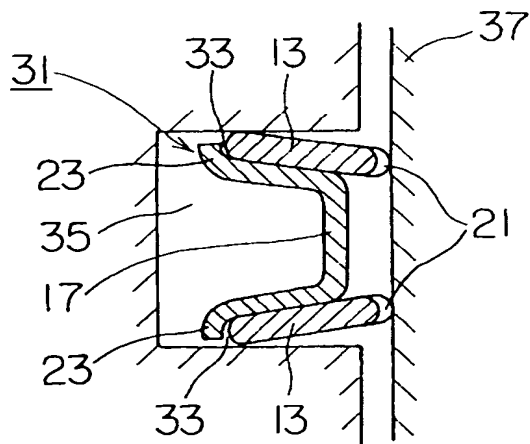
(74)代理人 弁理士 松井 茂

(54)【発明の名称】 組合せオイルリング

(57)【要約】

【目的】 サイドレール外周、オイルリング溝内壁、スペーサエキスパンダのサイドレールとの接触部のいずれの摩耗量も低減することができる3ピース型の組合せオイルリングを提供する。

【構成】 上下のサイドレール13、15の外周面にのみイオン窒化処理による窒化処理層21を形成して、サイドレール外周の摩耗を防止し、かつ、オイルリング溝内壁の摩耗を防止する。また、サイドレール13、15の間に配置するスペーサエキスパンダ17には、少なくともサイドレール13、15の内周と接触する部分に窒化処理層33を形成して、スペーサエキスパンダ17の摩耗を防止し、張力が減退することを防止する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 上下2本のサイドレール間にスペーサエキスパンダを配置した3ピース型の組合せオイルリングにおいて、前記サイドレールの外周にのみイオン窒化処理を施し、かつ、前記スペーサエキスパンダの少なくとも前記サイドレールの内周と接触する部分に窒化処理を施したことを特徴とする組合せオイルリング。

【請求項2】 前記サイドレールがCr13-22%を含む焼戻マルテンサイト系ステンレス鋼からなり、前記スペーサエキスパンダがオーステナイト系ステンレス鋼 10

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、内燃機関やコンプレッサなどのピストンに装着され、オイルコントロールを行なう組合せオイルリングに関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、内燃機関は、ますます高性能化され、高速、高荷重のものが開発されている。これに伴って、シリンダやピストンリング等の摺動部材の耐熱性、 20 耐摩耗性、耐焼き付き性等を向上させるべく様々な改善がなされている。最近では、これに加えて燃料消費量や、潤滑油消費量の一層の低減が求められている。このため、特にガソリンエンジン等においては、3ピース型の組合せオイルリングが多用されるようになってきた。

【0003】3ピース型の組合せオイルリングは、上下2本のサイドレールの間にスペーサエキスパンダを配置した構造をなし、上下レールが別々であるので、ボアの微小な変形にも追従しやすく、上下レールがピストンのオイルリング溝の上面にも下面にも接触するので、シー 30 ル効果に優れており、上下レールの合い口を180°ずらせて組み付けることができるので、合い口のところが開くということがなく、その結果、潤滑油消費量の低減が図られるという利点を有している。

【0004】図7には、このような組合せオイルリングの一例が示されている。この組合せオイルリング11は、環状のサイドレール13、15を上下に配し、このサイドレール13、15の間に断面がコ字状をなすスペーサエキスパンダ17を圧縮した状態で装着したものである。サイドレール13、15としては、シリンダボアとの摺動に対して耐久性をもたすために、マルテンサイト系ステンレス鋼などが用いられている。スペーサエキスパンダ17としては、サイドレール13、15に比べてより高いバネ性、靱性をもたす必要があるために、オーステナイト系ステンレス鋼などが用いられている。なお、スペーサエキスパンダ17には、潤滑油をオイルリング溝内に導く役割をなす切欠き19が形成されている。

【0005】サイドレール13、15は、耐摩耗性を向上させるために、その表面の全体あるいは部分的に硬質 50

被膜21を形成することが多く行われている。例えば、特開昭58-136771号には、サイドレールの全表面に窒化層を設けることが開示されており、実開昭53-147309号には、サイドレールの内周面及び外周面に焼き入れ又は窒化処理による硬化層を形成することが開示されている。更に、スペーサエキスパンダ17も、サイドレール13、15との接触面等において耐摩耗性を付与するため、硬質被膜を形成することが行われている。例えば、実開昭53-147308号には、スペーサエキスパンダの外表面に焼き入れ又は窒化処理による硬化層を形成することが開示されており、また、特開昭58-5456号には、サイドレールとスペーサエキスパンダの両方に軟窒化処理を施すことが開示されている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、特開昭58-136771号、特開昭58-5456号に示されるように、サイドレールの表面の全体を窒化処理した場合には、サイドレールが脆化してクラックなどが生じやすくなり、また、サイドレールとピストンのオイルリング溝との接触により、オイルリング溝が摩耗しやすくなるという問題点があった。

【0007】また、実開昭53-147309号に示されるように、サイドレールの内周面及び外周面に窒化処理を施した場合は、表面全体を窒化処理する場合に比べて、脆化の問題は軽減されるが、内周面が硬質となることにより、オイルリング溝の摩耗という問題は解決されなかった。すなわち、オイルリング溝の上下の内壁には、サイドレールの内周面及び合い口の内周角部が当たりやすく、これらによってオイルリング溝が削られるからである。

【0008】更に、実開昭53-147308号、特開昭58-5456号に示されるように、スペーサエキスパンダの外表面に窒化処理を施した場合には、サイドレールとの接触面における耐摩耗性は向上するが、サイドレールも窒化処理されたものである場合には、より硬質なサイドレールによる摩耗を防止しきれず、十分な耐摩耗性を得ることはできなかった。なお、スペーサエキスパンダが摩耗すると、オイルリングの張力が低下して、オイル消費量が增大する。

【0009】したがって、本発明の目的は、サイドレールを脆化させることなく、耐摩耗性を向上させ、オイルリング溝の摩耗を防止し、かつ、スペーサエキスパンダの摩耗も少なくして、優れた耐久性を付与した組合せオイルリングを提供することにある。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明は、上下2本のサイドレールの間にスペーサエキスパンダを配置した3ピース型の組合せオイルリングにおいて、前記サイドレールの外周にのみイオン窒化

処理を施し、かつ、前記スペーサエキスパンダの少なくとも前記サイドレールの内周と接触する部分に窒化処理を施したことを特徴とする。

【0011】また、本発明の好ましい態様においては、前記サイドレールがCr13～22%を含む焼戻マルテンサイト系ステンレス鋼からなり、前記スペーサエキスパンダがオーステナイト系ステンレス鋼からなる。

【0012】以下、本発明について更に詳細に説明する。

【0013】本発明の組合せオイルリングにおいて用いられるサイドレールは、その外周面にのみイオン窒化処理が施される。イオン窒化法は、低真空中で窒素ガス単体又は窒素ガスと微量の炭化水素系ガスの混合ガスを使って、グロー放電させて窒化又は軟窒化する方法である。より具体的に説明すると、例えば炉内を $10^{-2}$ ～ $10^{-3}$  Torr程度まで真空にした後、窒素と水素の混合ガスを導入し、炉内圧力を処理条件に合わせて1～10Torrにコントロールする。この中で炉体を陽極とし、処理品を陰極として、両者間にグロー放電を発生させることにより、イオン化した窒素を加速して、高速度で処理品に衝突させ、処理品の表面を窒化する方法である。本発明においては、イオン窒化法を採用することにより、例えば後述する実施例に記載された方法により、サイドレールの外周面にのみ効率的に窒化処理を施すことができる。

【0014】このイオン窒化法は、①短時間の処理で厚い窒化層が得られる、②処理温度が低い、③表面に化合物層が生成しない、④イオン窒化層の摩擦係数は、他の窒化処理層に比べて小さい、⑤H<sup>+</sup>、N<sup>+</sup>イオンのスパッタリング作用により前処理の必要がない、⑥無公害である、という優れた利点を有している。また、サイドレールの材質として焼戻マルテンサイト系ステンレス鋼を用いた場合には、窒化層としてFe<sub>2</sub>Nの単層が形成され、疲れ強さの限界が高く、耐久性に優れた硬質被膜とすることができる。

【0015】また、本発明では、上下2本のサイドレールの間に配置されるスペーサエキスパンダの少なくともサイドレール内周との接触部分にも窒化処理が施される。スペーサエキスパンダに施される窒化処理は、イオン窒化処理に限定されることはなく、ガス窒化法、塩浴軟窒化法、ガス軟窒化法など、公知の各種方法を採用することができる。この場合、スペーサエキスパンダの上記サイドレールとの接触面だけに窒化処理を施してもよく、あるいはスペーサエキスパンダの全表面に窒化処理を施してもよい。

【0016】なお、本発明において、窒化層の厚さは、特に限定されないが、サイドレール外周面においては、30～90 $\mu$ mが好ましく、スペーサエキスパンダの上記サイドレールとの接触面においては、12～25 $\mu$ mとすることが好ましい。

【0017】サイドレールは、シリンダボアと接触する

ため、耐熱性、耐摩耗性に優れた材質が好ましく、例えばCr13～22%を含む焼戻マルテンサイト系ステンレス鋼が好ましく採用される。この焼戻マルテンサイト系ステンレス鋼を用いた場合には、前述したように、イオン窒化層としてFe<sub>2</sub>Nの単層が形成されるという利点が得られる。また、スペーサエキスパンダは、サイドレールに張力を付与するため、耐熱性、耐摩耗性ととともに、バネ性及び靱性に優れた材質が好ましく、例えばオーステナイト系ステンレス鋼が好ましく採用される。

【0018】

【作用】本発明の組合せオイルリングは、サイドレールの外周面、すなわちシリンダボアとの接触面にのみイオン窒化処理を施し、サイドレールの内周面及び上下面にはイオン窒化処理を行なわないので、サイドレールの脆化を防止して耐久性を維持することができる。

【0019】また、オイルリング溝の内壁と接触するサイドレールの上下面や内周部分、合い口の端面などは、窒化処理されていないので、オイルリング溝の摩耗も防止できる。

【0020】一方、サイドレールがスペーサエキスパンダと接触する部分も窒化処理されていないが、一般に、サイドレールの材質は、スペーサエキスパンダの材質よりも硬質のものが採用されるので、そのままでは、スペーサエキスパンダの摩耗を防止できない。

【0021】本発明では、スペーサエキスパンダの少なくともサイドレールの内周と接触する部分に窒化処理を施したことにより、スペーサエキスパンダの摩耗も防止することができ、摩耗によるスペーサエキスパンダの張力の低下を防止することができる。

【0022】このように、本発明によれば、ボアと接触するサイドレールの外周面においてはイオン窒化処理による耐摩耗性をもたせ、オイルリング溝と接触する部分においては窒化処理を行わずにオイルリング溝の摩耗を防止し、スペーサエキスパンダとの接触部分においては、サイドレールに窒化処理を施さず、スペーサエキスパンダに窒化処理を施すことによって、スペーサエキスパンダの摩耗を防止し、これらの作用によって耐久性に優れ、オイル消費量を長期に亘って低く維持できる組合せオイルリングを提供することができる。

【0023】

【実施例】図1には、本発明の組合せオイルリングの一実施例が示されている。

【0024】この組合せオイルリング31は、上下2本の厚さ0.5mm程度の薄いスチールリボンによって形成された環状のサイドレール13、15を上下に配し、このサイドレール13、15の間に断面がコ字状をなすスペーサエキスパンダ17を圧縮した状態で装着したものである。

【0025】サイドレール13、15は、Cr13～22%を含む焼戻マルテンサイト系ステンレス鋼からなる。

り、その外周面、すなわち、シリンダボアに接触する部分にのみイオン窒化法により窒化処理が施され、窒化処理層21が形成されている。このため、サイドレールの表面全体に窒化処理を施した場合に比べて、脆化を防止して耐久性を向上させることができる。なお、窒化処理の施されていない面、すなわちサイドレール13、15の外周面以外の面には、必要に応じて、なじみ性をもたせるように四三酸化鉄層の形成、パーカライジング、すずめっき等による表面処理を施してもよい。

【0026】スパーサエキスパンダ17は、オーステナイト系ステンレス鋼からなり、所定間隔で切欠き19が形成されており、サイドレール13、15でかき集められた潤滑油をオイルリング溝内に導くようになっている。スパーサエキスパンダ17の内周側には耳部23が形成されており、この耳部23が上下に配置されたサイドレール13、15と係合するようになっている。なお、スパーサエキスパンダ17の形状は、図示した断面コ字状のものに限定されることはなく、波形スパーサエキスパンダなど他の形状のものを採用してもよい。

【0027】スパーサエキスパンダ17のサイドレール13、15との接触部分、特に上記耳部23には窒化処理が施され、窒化処理層33がそれぞれ形成されており、より硬度の高い材質からなるサイドレール13、15との接触によるスパーサエキスパンダ17の摩耗を防止している。なお、スパーサエキスパンダ17に窒化処理を施す場合には、ガス窒化法、塩浴軟窒化法、ガス軟窒化法など各種方法を採用することができる。また、スパーサエキスパンダ17は、その表面全体に窒化処理を施してもよい。

【0028】図2には、図1に示す組合せオイルリングをピストンのオイルリング溝内に装着した状態が示されている。

【0029】ピストンのオイルリング溝35内に装着された組合せオイルリング31は、スパーサエキスパンダ17の拡張力によって、その外周面がシリンダボア37に圧接され、余分なオイルをかき落とす。このとき、サイドレール13、15の外周面にはイオン窒化法による窒化処理層が形成されているため摩耗を防止することができる。

【0030】一方、スパーサエキスパンダ17の拡張力は、サイドレール13、15を上下に押す方向にも作用し、サイドレール13の内周側の上面をオイルリング溝35の内壁上面に、サイドレール15の内周側の下面をオイルリング溝35の内壁下面にそれぞれ圧接させる。このとき、サイドレール13、15の外周面以外の部分には窒化処理層が形成されていないので、リング溝35の内壁の摩耗を防止することができる。

【0031】また、サイドレール13、15内周の合い口部分にも窒化処理層が形成されていないので、合い口部分がオイルリング溝35の内壁に接触することによる

オイルリング溝35の摩耗も防止される。

【0032】一方、スパーサエキスパンダ17の耳部23のサイドレール13、15との接触部分には窒化処理層33が形成されているので、サイドレール13、15との接触によるスパーサエキスパンダ17の摩耗を防止することができ、スパーサエキスパンダの摩耗による張力の低下を防止できる。

#### 【0033】実験例1

図3に示すように、焼戻マルテンサイト系ステンレス鋼からなるサイドレール43を、支持板41上に立設された円筒47外周に巻き付けて上下に積層し、その上面に押え板45を載置して、サイドレール43を上下に密着させた。この状態でサイドレール43の外方から外周面43aに対してイオン窒化法により窒化処理を行ない窒化処理層を形成した。

【0034】図4には、この方法によって窒化処理を行なったサイドレール43が示されている。サイドレール43は、上下に密着した状態で外周面43aに窒化処理がなされるので、サイドレール43の上下面及び内周面43bには窒化処理はなされず、サイドレール43の外周面43aにのみ窒化処理層21が形成される。

【0035】図5には、図3におけるサイドレール43の積層位置A～Eと、各位置において形成された窒化処理層の深さとの関係が示されている。すなわち、図3におけるA～Eの箇所からそれぞれサンプルを取出し、それぞれのサイドレール43に形成された窒化処理層21の深さを測定したものである。

【0036】この結果、サイドレール43の外周面43aに形成された窒化処理層21の深さは、サンプル位置にかかわらず全て60 $\mu$ m程度であり、サイドレール43に対してほぼ均一の深さで窒化処理層21が形成されていることがわかる。

【0037】図6には、サイドレール43の外周面43aに形成された窒化処理層21の外周からの深さと断面の硬度との関係が示されている。

【0038】この結果、サイドレール43の母材の硬度がHv372であるのに対して、イオン窒化法による窒化処理層21を形成した場合には、窒化処理層21の外周面から60 $\mu$ m程度の深さの箇所ではHv1000以上の硬度を示し、イオン窒化処理を施さない場合に比べて硬度が極めて高いことがわかる。

#### 【0039】実験例2

直径86mm、直列4気筒、2000 ccのエンジンのピストンに、表1に示すピストンリングを装着し、5200r.p.m.×W.O.T.×30時間、水温105℃、油温125℃の条件で運転を行った。なお、表1中、「TOP」はトップリング、「2ND」はセカンドリング、「OIL」はオイルリング、「絞R」はバレルが円弧状であること、スパーサの「ピッチ7mm」は耳部と耳部の円周方向の間隔、「B」は各リングの厚さ方向の長さ、「T」は各リングの半径

方向の幅を意味している。なお、サイドレール上下面は、ベルトサンダー加工なしとした。

【0040】

【表1】

ピストン リング		タイプ	表面処理	B	T	合い口隙 間	張力 kgf	材質
TOP		バレル	外周Cr メッキ	1.5mm	3.5mm	0.27~ 0.39mm	1.70 ±0.27	JIS SWOSC-V
2ND		テーパ	外周Cr メッキ	1.5mm	4.0mm	0.35~ 0.50mm	1.40 ±0.24	JIS FC-30
OIL	サイド レール	総R	外周イオ ン窒化	0.6mm	2.35mm	0.13~ 0.38mm	—	JIS SUS 440B
	スベーサ	ピッ チ 7mm	タフトラ イド	4.0mm	2.9mm	—	3.90 ±0.50	JIS SUS 304

【0041】運転終了後、各ピストンリングの摩耗量を測定した結果を図8に示す。図中、「CYL」は、エンジンの気筒番号を意味する。また、図の上欄に記載された値は、4気筒の平均値を意味する。このように、オイルリングの外周の摩耗量、及びオイルリングのスベーサの耳部接触摩耗量は、いずれも極めて小さい値にすることができた。

【0042】また、オイルリング溝の摩耗量を測定した結果を図9に示す。なお、図9において、「F」はFront、「Th」はThrust、「R」はRear、「AT」はAnti Thrust

ustを表している。サイドレールは、合い口部のピストン側に高さ最大7 $\mu$ mのバリのあるものを使用した。このように、オイルリング溝の摩耗量は、いずれも検出不可能であるほど小さいものであった。

【0043】更に、各ピストンリングの張力減退率を測定した結果を図10に示す。このように、オイルリングの張力減退率は、低く維持することができた。

【0044】実験例3

外周面にのみイオン窒化処理したサイドレールと、表面が無処理のスベーサエキスパンダと、表面を塩浴軟窒化

BEST AVAILABLE COPY

処理（タフトライド処理）したスパーサエキスパンダとを組み合わせ、2種類のオイルリングを作製した。

【0045】これらのオイルリングを、実験例2と同じエンジンのピストンに装着し、実験例2と同じ条件で運転を行い、スパーサエキスパンダとサイドレールの摩耗量を測定した。この結果を図11に示す。

【0046】このように、スパーサエキスパンダを窒化処理することにより、スパーサエキスパンダの耳部摩耗量は大幅に減少し、一方、サイドレール内周摩耗量はわずかに増加する程度であった。

【0047】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の組合せオイルリングによれば、サイドレールの外周面にのみイオン窒化処理を施し、スパーサエキスパンダの少なくともサイドレール内周と接触する部分に窒化処理を施したことにより、サイドレール外周、オイルリング溝、スパーサエキスパンダの耳部のいずれの摩耗量も低減することができ、耐久性に優れ、潤滑油消費量を長期に亘って低く維持できるオイルリングを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の組合せオイルリングの一実施例を示す斜視図である。

【図2】図1に示す組合せオイルリングをピストンのオイルリング溝内に装着した状態を示す断面図である。

【図3】サイドレールの外周面にのみイオン窒化処理層を形成する方法を示す説明図である。

【図4】図3に示す方法により窒化処理を施したサイドレールを示す部分拡大断面図である。

【図5】図3に示す方法により形成された窒化処理層の

深さとサイドレールの積層位置との関係を示す図である。

【図6】図3に示す方法により形成された窒化処理層の外周からの深さと断面の硬度との関係を示す図である。

【図7】従来の組合せオイルリングの一例を示す斜視図である。

【図8】エンジンのピストンにピストンリングを装着して所定の条件で運転した後、各ピストンリングの摩耗量を測定した結果を示す図である。

10 【図9】上記実験においてオイルリング溝の摩耗量を測定した結果を示す図である。

【図10】上記実験において各ピストンリングの張力減退率を測定した結果を示す図である。

【図11】スパーサエキスパンダに窒化処理を施した場合と、施さない場合について、上記と同様な実験を行い、スパーサエキスパンダの耳部接触摩耗量と、サイドレールの内周接触摩耗量とを測定した結果を示す図である。

【符号の説明】

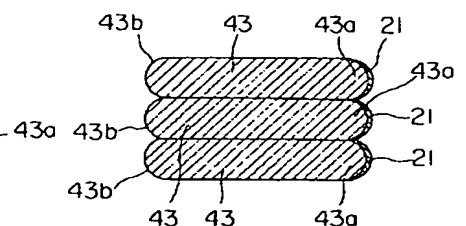
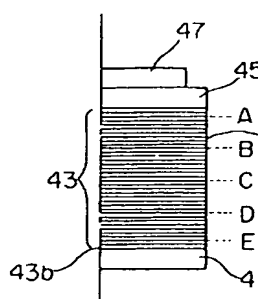
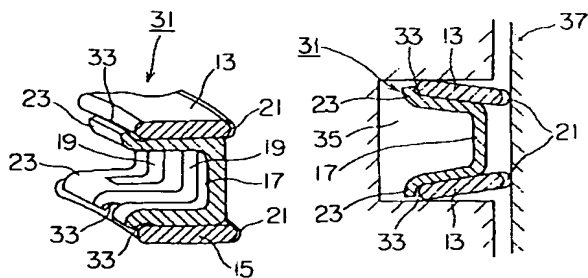
- 20 13、15 サイドレール  
17 スパーサエキスパンダ  
21 窒化処理層  
23 耳部  
31 組合せオイルリング  
33 窒化処理層  
43 サイドレール  
43a サイドレール外周面  
43b サイドレール内周面

【図1】

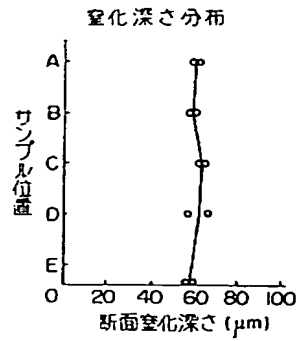
【図2】

【図3】

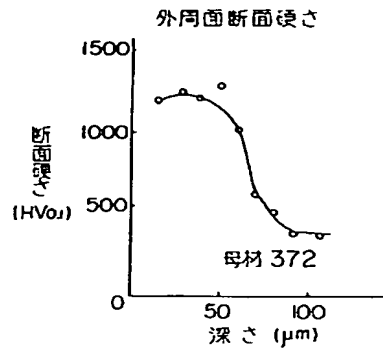
【図4】



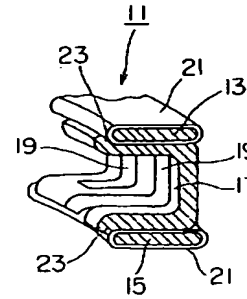
【図5】



【図6】



【図7】



【図9】

### ピストンオイルリング溝摩耗量

摩 耗 量 (μm)	溝摩耗は各 cyl 共少なく、検出不可であった															
	20				10											
方向	F	Th	R	AT	F	Th	R	AT	F	Th	R	AT	F	Th	R	AT
CYL	1				2				3				4			

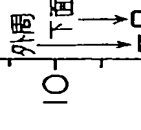
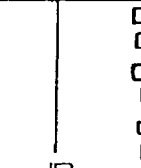
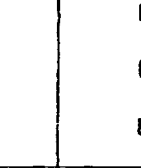
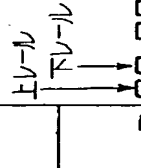
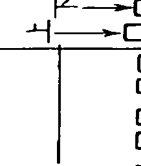
【図10】

### ピストンリング張力減退率

減 退 率 (%)	$\bar{x} = 2.9\%$				$\bar{x} = 1.4\%$				$\bar{x} = 3.7\%$			
CYL	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	TOP				2ND				OIL			

【図 8】

## ピストンリング摩耗量

摩 耗 量	外周 $\bar{x}=0.8\mu\text{m}$ 下面 $\bar{x}=1.4\mu\text{m}$		外周: 摩耗少検出 せず 下面: $\bar{x}=1.0\mu\text{m}$		$\bar{x}=1.6\mu\text{m}$		$\bar{x}=2.5\mu\text{m}$		$\bar{x}=6.8\mu\text{m}$		
	CYL	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4		
		TOP 外周・下面段付		2ND 外周・下面段付		OIL 外 周		OIL スペーサ 耳部接触部摩耗		OIL サイドレール 内周接触部摩耗	
											

【図 11】

